

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4635652号  
(P4635652)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int. Cl.

F I

G O 6 T 3/40 (2006.01)

G O 6 T 3/40 P

G O 6 T 7/60 (2006.01)

G O 6 T 7/60 1 5 0 U

H O 4 N 1/387 (2006.01)

H O 4 N 1/387 1 0 1

請求項の数 15 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2005-63336 (P2005-63336)  
 (22) 出願日 平成17年3月8日 (2005.3.8)  
 (65) 公開番号 特開2006-251850 (P2006-251850A)  
 (43) 公開日 平成18年9月21日 (2006.9.21)  
 審査請求日 平成19年10月26日 (2007.10.26)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100095957  
 弁理士 亀谷 美明  
 (74) 代理人 100096389  
 弁理士 金本 哲男  
 (74) 代理人 100101557  
 弁理士 萩原 康司  
 (72) 発明者 五味 信一郎  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ  
 ニー株式会社内  
 (72) 発明者 緒形 昌美  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ  
 ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置において、  
 前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析部と、  
 前記勾配解析部により検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出部と、  
 前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出部で検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の側に角を尖らせる角改善部と、

前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算部と、

前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値と前記角改善部による画素値とを重み付け加算することにより生成される前記出力画像データを出力するブレンド部と  
 を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記角改善部は、

前記注目画素の画素値により前記交点に係るサンプリング点の画素値を設定することに

10

20

より、前記入力画像データによる画素値をさらに補正すること  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記信頼度計算部は、  
前記注目画素及び前記周辺画素で検出される交点の位置の標準偏差を算出し、算出した前記標準偏差に応じて前記信頼度を計算する  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記信頼度計算部は、  
前記注目画素より見た、前記注目画素及び前記周辺画素で検出される交点の分布の角度を算出し、前記分布の角度にさらに応じて前記信頼度を計算する  
ことを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記ブレンド部は、  
前記エッジ方向に係る画素値の勾配の分散と前記エッジ勾配方向に係る画素値の勾配の分散との比率に応じて、前記信頼度を補正して重み付け係数を求め、  
前記重み付け係数により、前記入力画像データによる画素値と前記角改善部による画素値とを重み付け加算する  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記入力画像データの解像度を前記出力画像データの解像度に変換して前記角改善部に出力する解像度変換部を有し、  
前記交点検出部は、  
前記入力画像データの画素毎に、前記交点を検出した後、該検出結果に基づいて前記解像度変換部から出力される各画素の前記交点を検出することにより、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点を検出し、  
前記角改善部は、  
前記解像度変換部から出力される画像データについて、前記交点の側に角を尖らせる  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置において、  
それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理部と、  
前記複数の画像処理部から出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合部とを備え、  
前記画像処理部は、  
前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析部と、  
前記勾配解析部により検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出部と、  
前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換部と、  
前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出部で検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の側に角を尖らせる角改善部と、  
前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算部と、  
前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値と前記角改善部による画素値とを重み付け加算することにより生成される前記画像データを出力するブレンド部とを有し、  
前記複数の画像処理部は、

10

20

30

40

50

前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

前記エッジ検出部は、

処理対象の画素を中心とした一定範囲の画素値を微分して、前記エッジ方向を検出し、  
前記複数の画像処理部は、

前記エッジ検出部における前記画素値の微分に供する微分演算子が異なるように設定されて、前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されたことを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記エッジ検出部は、

処理対象の画素を中心とした一定範囲の画素値を微分して、前記エッジ方向を検出し、  
前記複数の画像処理部は、

前記エッジ検出部における前記一定範囲が異なる範囲に設定されて、前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されたことを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法において、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、

前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、

前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出のステップで検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、

前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算のステップと、

前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値と前記角改善のステップによる画素値とを重み付け加算することにより生成される前記出力画像データを出力するブレンドのステップと

を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 11】

入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法において、

それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理のステップと、

前記複数の画像処理のステップから出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合のステップとを備え、

前記画像処理のステップは、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、

前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、

前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換のステップと、

前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出のステップで検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の

10

20

30

40

50

側に角を尖らせる角改善のステップと、

前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算のステップと、

前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値と前記角改善のステップによる画素値とを重み付け加算することにより生成される前記画像データを出力するブレンドのステップとを有し、

前記複数の画像処理のステップは、

前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定された

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 12】

演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムにおいて、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、

前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、

前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出のステップで検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、

前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算のステップと、

前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値と前記角改善のステップによる画素値とを重み付け加算することにより生成される前記出力画像データを出力するブレンドのステップと

を有することを特徴とする画像処理方法のプログラム。

【請求項 13】

演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムにおいて、

それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理のステップと、

前記複数の画像処理のステップから出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合のステップとを備え、

前記画像処理のステップは、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、

前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、

前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換のステップと、

前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出のステップで検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、

前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算のステップと、

前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値と前記角改善のステップによる画素値とを重み付け加算することにより生成される前記画像データを出力するブレンドのステップ

10

20

30

40

50

とを有し、

前記複数の画像処理のステップは、

前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定された

ことを特徴とする画像処理方法のプログラム。

【請求項 14】

演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体において、

前記画像処理方法のプログラムは、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、

前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、

前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出のステップで検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、

前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算のステップと、

前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値と前記角改善のステップによる画素値とを重み付け加算することにより生成される前記出力画像データを出力するブレンドのステップと

を有することを特徴とする画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 15】

演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体において、

前記画像処理方法のプログラムは、

それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理のステップと、

前記複数の画像処理のステップから出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合のステップとを備え、

前記画像処理のステップは、

前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、

前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、

前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換のステップと

、

前記出力画像データの各画素毎に、注目画素から前記交点検出のステップで検出される対応する前記交点の方向とは逆方向であって、前記注目画素から前記交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、前記注目画素の画素値に設定することにより、前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、

前記注目画素及び周辺画素で検出される交点のばらつきに応じて、前記注目画素で検出される前記交点の信頼度を計算する信頼度計算のステップと、

前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値と前記角改善のステップによる画素値とを重み付け加算することにより生成される前記画像データを出力するブレンドのステップとを有し、

前記複数の画像処理のステップは、

前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定された

ことを特徴とする画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体に関し、例えば解像度の変換に適用することができる。本発明は、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向に直交するエッジ方向を検出し、このエッジ方向の交点に基づいて画素値を補正することにより、丸まった角を尖らせることができるようにする。

【背景技術】

10

【0002】

従来、画像処理においては、例えば線型補間処理、バイキュービック変換処理により、画像を拡大、縮小するようになされており、例えば特開2003-224715号公報には、このような画像処理を簡易な構成により実行する方法が提案されている。またこのような画像処理のうち、画像の拡大においては、高域強調、エンハンス等の処理により、いわゆるぼけを低減するようになされている。

【0003】

しかしながら従来手法により画像を拡大する場合、元の画像では尖った角が丸まってしまい、これら高域強調、エンハンス等の処理を実行しても、このような丸まった角については元に戻すことが困難であり、結局、画質が劣化する問題がある。

20

【特許文献1】特開2003-224715号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、丸まった角を尖らせることができる画像処理装置、画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体を提案しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

かかる課題を解決するため本発明のある観点によれば、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置に適用して、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析部と、前記勾配解析部により検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出部と、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出部で検出される前記交点に応じて、前記入力画像データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善部と、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算部と、前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値を前記角改善部による画素値により補正して前記出力画像データを出力するブレンド部とを備えるようにする。

30

【0006】

40

また本発明の他の観点によれば、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置に適用して、それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理部と、前記複数の画像処理部から出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合部とを備え、前記画像処理部は、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析部と、前記勾配解析部により検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出部と、前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換部と、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出部で検出される前記交点に応じて、前記解像度変換部の出力データによる画素値を補正して前記交点の側

50

に角を尖らせる角改善部と、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算部と、前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値を前記角改善部による画素値により補正して前記画像データを出力するブレンド部とを有し、前記複数の画像処理部は、前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されているようにする。

【0007】

また本発明の他の観点によれば、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法に適用して、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出のステップで検出される前記交点に応じて、前記入力画像データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算のステップと、前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値を前記角改善のステップによる画素値により補正して前記出力画像データを出力するブレンドのステップとを有するようにする。

10

【0008】

また本発明の他の観点によれば、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法に適用して、それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理のステップと、前記複数の画像処理のステップから出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合のステップとを備え、前記画像処理のステップは、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換のステップと、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出のステップで検出される前記交点に応じて、前記解像度変換のステップの出力データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算のステップと、前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値を前記角改善のステップによる画素値により補正して前記画像データを出力するブレンドのステップとを有し、前記複数の画像処理のステップは、前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されているようにする。

20

30

【0009】

また本発明の他の観点によれば、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムに適用して、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出のステップで検出される前記交点に応じて、前記入力画像データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算のステップと、前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値を前記角改善のステップによる画素値により補正して前記出力画像データを出力するブレンドのステップとを有するようにする。

40

【0010】

また本発明の他の観点によれば、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムに適用して、それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理のステップと、前記複数の画像処理のステップから出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成

50

する統合のステップとを備え、前記画像処理のステップは、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換のステップと、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出のステップで検出される前記交点に応じて、前記解像度変換のステップの出力データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算のステップと、前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値を前記角改善のステップによる画素値により補正して前記画像データを出力するブレンドのステップとを有し、前記複数の画像処理のステップは、前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されているようにする。

10

#### 【 0 0 1 1 】

また本発明の他の観点によれば、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体に適用して、前記画像処理方法のプログラムは、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出のステップで検出される前記交点に応じて、前記入力画像データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算のステップと、前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値を前記角改善のステップによる画素値により補正して前記出力画像データを出力するブレンドのステップとを有するようにする。

20

#### 【 0 0 1 2 】

また本発明の他の観点によれば、演算処理手段による実行により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理方法のプログラム記録した記録媒体に適用して、前記画像処理方法のプログラムは、それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理のステップと、前記複数の画像処理のステップから出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合のステップとを備え、前記画像処理のステップは、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析のステップと、前記勾配解析のステップにより検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出のステップと、前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換のステップと、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出のステップで検出される前記交点に応じて、前記解像度変換のステップの出力データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善のステップと、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算のステップと、前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値を前記角改善のステップによる画素値により補正して前記画像データを出力するブレンドのステップとを有し、前記複数の画像処理のステップは、前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されているようにする。

30

40

#### 【 0 0 1 3 】

第1の観点に係る構成により、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置に適用して、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析部と、前記勾配解析部により検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出部と、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出部で検出される前記交点に応じて、前記入力画像

50



データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善部と、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算部と、前記信頼度に応じて、前記入力画像データによる画素値を前記角改善部による画素値により補正して前記出力画像データを出力するブレンド部とを備えるようにすれば、エッジ方向により検出される交点により角の頂点を検出して、この頂点に向かって角が尖るように画素値を補正することができる。また信頼度を検出してこのような処理結果により画素値を補正して画像データを出力することにより、角であることが確からしくない箇所については、元の入力画像データによる画素値により出力画像データを出力することができ、これにより違和感無く角を尖らせて、画質を向上することができる。

【0014】

10

また第2の観点に係る構成によれば、入力画像データを処理して出力画像データを出力する画像処理装置に適用して、それぞれ前記入力画像データを処理して画像データを出力する複数の画像処理部と、前記複数の画像処理部から出力される前記画像データを合成して前記出力画像データを生成する統合部とを備え、前記画像処理部は、前記入力画像データの各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する勾配解析部と、前記勾配解析部により検出される前記エッジ方向に基づいて、前記出力画像データの各画素毎に、前記エッジ方向の直線と周辺画素の前記エッジ方向の直線との間で交点を検出する交点検出部と、前記入力画像データの解像度を変換して出力データを出力する解像度変換部と、前記出力画像データの各画素毎に、前記交点検出部で検出される前記交点に応じて、前記解像度変換部の出力データによる画素値を補正して前記交点の側に角を尖らせる角改善部と、前記交点の信頼度を検出する信頼度計算部と、前記信頼度に応じて、前記出力データの画素値を前記角改善部による画素値により補正して前記画像データを出力するブレンド部とを有することにより、この各画像処理部において、違和感無く角を尖らせて、画質を向上することができる。またこのように構成して、前記複数の画像処理部は、前記エッジ方向の検出に供する特性が異なる特性に設定されていることにより、1つの画像処理部でエッジ方向を検出できない場合、誤り検出した場合等であっても、他の画像処理部では、エッジ方向を正しく検出することができ、これにより確実に、画質を向上することができる。

20

【0015】

これにより第3、第5及び第7の観点に係る構成によれば、違和感無く角を尖らせて、画質を向上することができる画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方法のプログラムを記録した記録媒体を提供することができる。

30

【0016】

また第4、第6及び第8の観点に係る構成によれば、違和感無く角を尖らせて、確実に、画質を向上することができる画像処理方法、画像処理方法のプログラム及び画像処理方

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、違和感無く角を尖らせて、画質を向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

40

以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施例を詳述する。

【実施例1】

【0019】

(1) 実施例1の構成

図1は、本発明の実施例に係る画像処理装置を示す機能ブロック図である。この画像処理装置1は、演算処理手段である例えばデジタルシグナルプロセッサにより形成され、この演算処理手段により所定の処理プログラムを実行することにより、入力画像データS1を画像処理して出力画像データS3を表示手段等に出力する。

【0020】

なおこの実施例において、この演算処理手段に係る処理プログラムにおいては、この画

50

像処理装置 1 にプリインストールされて提供されるようになされているものの、このような処理プログラムの提供にあっては、例えばインターネット等によるネットワークを介したダウンロードにより提供するようにしてもよく、さらには種々の記録媒体を介して提供するようにしてもよい。なおこのような記録媒体においては、光ディスク、メモリカード、着脱可能なハードディスク装置等、種々の記録媒体に広く適用することができる。

【 0 0 2 1 】

この画像処理装置 1 において、勾配解析部 2 は、入力画像データ S 1 の各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向、このエッジ勾配方向と直交するエッジ方向を検出する。勾配解析部 2 は、例えばラスタ走査順に順次注目画素を切り換え、図 2 に示すように、この注目画素を中心とした範囲 W における画素値を用いた演算処理により、次式により表される輝度勾配の行列 G を各画素毎に生成する。なおここで図 2 は、注目画素を中心にした x 方向及び y 方向の ± 3 画素をこの範囲 W に設定した例である。

10

【 0 0 2 2 】

【 数 1 】

$$\begin{aligned}
 G &= \int_W g g^T w dA \\
 &= \sum_W \begin{pmatrix} g_x^{(i,j)} g_x^{(i,j)} w^{(i,j)} & g_x^{(i,j)} g_y^{(i,j)} w^{(i,j)} \\ g_y^{(i,j)} g_x^{(i,j)} w^{(i,j)} & g_y^{(i,j)} g_y^{(i,j)} w^{(i,j)} \end{pmatrix} \\
 &\equiv \begin{pmatrix} G_{xx} & G_{xy} \\ G_{yx} & G_{yy} \end{pmatrix} \quad \dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

20

【 0 0 2 3 】

ここで  $w^{(i,j)}$  は、( 2 ) 式により表されるガウス型の重みであり、 $g$  は、画像輝度  $I$  の x 方向の偏微分  $g_x$  と、画像輝度  $I$  の y 方向の偏微分  $g_y$  とにより ( 3 ) 式で表される輝度勾配である。

30

【 0 0 2 4 】

【 数 2 】

$$w^{(i,j)} = e^{-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma^2}} \quad \dots\dots (2)$$

【 0 0 2 5 】

【 数 3 】

$$\begin{aligned}
 g &= (g_x, g_y) \\
 &= \left( \frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right) \quad \dots\dots (3)
 \end{aligned}$$

40

## 【 0 0 2 6 】

これにより勾配解析部 2 は、注目画素を中心とした所定範囲 W について、注目画素を基準にして重み付け処理してなる画素値の勾配を検出する。

## 【 0 0 2 7 】

勾配解析部 2 は、この輝度勾配の行列 G を処理することにより、図 3 に示すように、注目画素において、画素値の勾配が最も大きい方向であるエッジ勾配方向  $v_1$ 、このエッジ勾配方向  $v_1$  に直交する方向であるエッジ方向  $v_2$  を検出する。またこれらエッジ勾配方向  $v_1$ 、エッジ方向  $v_2$  について、それぞれ画素値の勾配の分散を示す固有値  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  を検出する。

## 【 0 0 2 8 】

10

具体的に、勾配解析部 2 は、次式の演算処理により、エッジ勾配方向  $v_1$ 、エッジ方向  $v_2$ 、固有値  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 \geq \lambda_2$ ) を検出する。

## 【 0 0 2 9 】

## 【 数 4 】

$$\lambda_1 = \frac{G_{xx} + G_{yy} + \sqrt{a}}{2} \quad \dots\dots (4)$$

20

## 【 0 0 3 0 】

## 【 数 5 】

$$\lambda_2 = \frac{G_{xx} + G_{yy} - \sqrt{a}}{2} \quad \dots\dots (5)$$

## 【 0 0 3 1 】

## 【 数 6 】

30

$$v_1 = \frac{v'_1}{\|v'_1\|}$$

$$v'_1 = \left( \frac{G_{xx} - G_{yy} + \sqrt{a}}{2 G_{xy}}, 1 \right) \quad \dots\dots (6)$$

40

## 【 0 0 3 2 】

【数 7】

$$v^2 = \frac{v'^2}{\|v'^2\|}$$

$$v'^2 = \left( \frac{G_{xx} - G_{yy} - \sqrt{a}}{2 G_{xy}}, 1 \right) \quad \dots\dots (7)$$

10

【0033】

但し、a は、次式による。

【0034】

【数 8】

$$a = G_{xx}^2 + 4 G_{xy}^2 - 2 G_{xx} G_{yy} + G_{yy}^2 \quad \dots\dots (8)$$

20

【0035】

交点検出部 3 は、勾配解析部 2 で検出されたエッジ方向  $v^2$  を用いてエッジが交差している交点を検出することにより、角の頂点を検出する。ここでこの交点を  $q^i$  と置き、画素  $p^i$  で求められるエッジ方向を  $v^i$  と置くと、交点  $q^i$  にあつては、画素  $p^i$  を通る  $v^i$  方向の直線上に位置することにより、これら  $p^i$ 、 $q^i$  をそれぞれ交点及び画素の座標値とし、変数を  $t$  とおいて、次式の関係式を得ることができる。

【0036】

【数 9】

$$q^i = v^i t + p^i \quad \dots\dots (9)$$

30

【0037】

またこの(9)式を  $x y$  座標表記により表せば、次式の関係式を得ることができる。なおここでこの(10)式では、 $x$  座標成分及び  $y$  座標成分をそれぞれ符号  $x$  及び  $y$  のサフィックスにより示す。

【0038】

【数 10】

$$\begin{pmatrix} v_y^i & -v_x^i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_x \\ q_y \end{pmatrix} = v_y^i p_x^i - v_x^i p_y^i \quad \dots\dots (10)$$

40

【0039】

ここで交点  $q^i$  にあつては、この(10)式の関係式で求められる複数の直線の交点であり、これにより交点検出部 3 は、図 4 に示すように、注目画素を中心にした一定範囲で検出されるエッジ方向  $v^i$  を用いて、次式の演算処理を実行することにより、これら一定範囲の各画素による(10)式の関係式を連立方程式により解き、交点  $q$  を検出する。これらにより交点検出部 3 は、勾配解析部 2 により検出されるエッジ方向  $v^2$  に基づいて、出力画像データ S 3 の各画素毎に、エッジ方向  $v^2$  の直線と周辺画素のエッジ方向  $v^2$  の直線との間で交点  $q$  を検出する。

50

【 0 0 4 0 】

【 数 1 1 】

$$\begin{pmatrix} v_y^1 & -v_x^1 \\ v_y^2 & -v_x^2 \\ \vdots & \vdots \\ v_y^n & -v_x^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} q_x \\ q_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_y^1 p_x^1 - v_x^1 p_y^1 \\ v_y^2 p_x^2 - v_x^2 p_y^2 \\ \vdots \\ v_y^n p_x^n - v_x^n p_y^n \end{pmatrix}$$

10

$$Aq=b$$

$$q=A^+b$$

$A^+$ :  $A$ のMoore-Penrose 逆行列

…… (11)

【 0 0 4 1 】

20

なおここでエッジ方向  $v_2$  の画素値の勾配の分散を示す固有値 1 が小さい場合、エッジの信頼度が低いと言える。これにより固有値 1 が小さい注目画素、周辺画素で検出されるエッジ方向  $v_2$  については、(11) 式の演算処理に使用しないようにしてもよい。またこの一定範囲で検出されるエッジ方向が平行に近い場合、交点  $q$  にあっては、注目画素から遠く離れた位置で検出される。ここでこの実施例では、交点  $q$  までの距離  $|q|$  を基準にして画素値を設定して丸まった角を尖らせることにより、あまりに距離が大きくなると、誤って画素値を設定する恐れがある。これにより図5に示すように、注目画素から交点までの距離  $|q|$  が一定値  $n_{min}$  以下の場合、値 1 であって、距離  $|q|$  が大きくなるに従って徐々に値が低下して値 0 となるパラメータ  $k$  を設定し、このパラメータ  $k$  を用いて、次式の演算処理を実行することにより、注目画素に近づくように交点  $q$  の位置を補正するようにしてもよい。

30

【 0 0 4 2 】

【 数 1 2 】

$$q=k \cdot q$$

…… (12)

【 0 0 4 3 】

角改善部 4 は、交点検出部 3 で検出される交点位置に基づいて、入力画像データ  $S_1$  による画素値を補正して交点の側に角を尖らせる。ここで角改善部 4 は、図6に示すように、注目画素から交点方向とは逆方向の、注目画素から交点までの距離だけ離れたサンプリング点の画素値を注目画素の画素値に割り当てる。またこのとき、このサンプリング点が、入力画像データ  $S_1$  のサンプリング点と一致しない場合、例えば次式の演算処理により、周囲の画素より対応するサンプリング点の画素値を求め、この画素値を注目画素の画素値  $f$  に設定する。なおここで  $t_x$  及び  $t_y$  は、この交点までの距離だけ離れたサンプリング点、それぞれ入力画像データ  $S_1$  の隣接するサンプリング点を、 $x$  方向及び  $y$  方向に内分する内分比である。これによりこの(13)式の例では直線補間によりこの交点までの距離だけ離れたサンプリング点の画素値  $f$  を求めることになるが、この演算処理にあつては、種々の補間演算処理を広く適用することができる。

40

【 0 0 4 4 】

50

【数 1 3】

$$\begin{aligned}
 f = & (1 - ty) \{ (1 - tx) \cdot f(ix, iy) + tx \cdot f(ix + 1, iy) \} \\
 & + ty \{ (1 - tx) \cdot f(ix, iy + 1) + tx \cdot f(ix + 1, iy + 1) \} \\
 & (0 \leq tx, ty \leq 1) \quad \dots\dots (13)
 \end{aligned}$$

10

【0045】

またこのようにして求めた画素値により、入力画像データ S 1 の画素値を変更して画像データ S 3 を出力する。これにより角改善部 4 は、交点に向かって角が尖るように画素値を補正する。

【0046】

交点信頼度計算部 5 は、交点検出部 3 で検出される交点 q の信頼度を計算することにより、角改善部 4 で設定された画素値の信頼度を検出する。すなわち交点検出部 3 で検出される交点 q にあっては、ノイズにより正確に求められない場合等があり、これにより図 7 に示すように、ばらつきが発生する。ここでこのようなばらつきが大きい場合、この交点 20 にあっては、角である可能性が低いと考えられる。これにより交点信頼度計算部 5 は、周辺画素で検出される交点との比較により、注目画素で検出される交点の信頼度を計算し、これによりばらつきに応じて値が小さくなるように、信頼度を示すパラメータ r を設定する。

【0047】

すなわち交点信頼度計算部 5 は、注目画素により検出される交点 q と、この注目画素を中心とした一定範囲の周辺画素から検出される交点 q との座標値を用いて x 方向及び y 方向の標準偏差  $sdv_x$ 、 $sdv_y$  を求め、これら x 方向及び y 方向の標準偏差  $sdv_x$ 、 $sdv_y$  より次式の演算処理を実行して標準偏差  $sdv$  を計算する。

【0048】

30

【数 1 4】

$$sdv = \sqrt{sdv_x^2 + sdv_y^2} \quad \dots\dots (14)$$

【0049】

さらにこの標準偏差  $sdv$  を用いて、図 8 に示すように、注目画素より検出される交点についての信頼度を示す信頼度のパラメータ  $r_{sdv}$  を、標準偏差  $sdv$  の増大により値が小さくなるように設定する。なおこの図 8 に示す例では、標準偏差  $sdv$  が一定の範囲  $sdv_{min} \sim sdv_{max}$  で、標準偏差  $sdv$  に比例して値が減少し、この一定の範囲  $sdv_{min} \sim sdv_{max}$  以下及び以上でそれぞれ値 1.0 及び値 0 となるように、信頼度のパラメータ  $r_{sdv}$  を設定する。これにより交点信頼度計算部 5 は、注目画素における交点と周辺画素による交点とによる分散の大きさにより、注目画素で検出される交点の信頼度を計算する。

40

【0050】

またこのようにして検出される標準偏差  $sdv$  の値が同一の場合でも、注目画素と交点との間の距離が近い場合には、この距離が長い場合に比して、信頼性が低いと言える。これにより交点信頼度計算部 5 は、図 9 に示すように、注目画素により検出される交点 q と、この注目画素を中心とした一定範囲の周辺画素から検出される交点 q との座標値を用い 50

て、注目画素から見たこれら交点の分布する角度を計算する。

【0051】

また図10に示すように、注目画素より検出される交点についての信頼度を示す信頼度のパラメータ $r_{angle}$ を、この角度の開きが大きくなるに従って値が小さくなるように設定する。なおこの図10に示す例では、角度の開きが正側及び負側の一定の範囲 $amin \sim amax$ 、 $-amin \sim -amax$ で角度の開きが大きくなるに従って値が減少し、角度の開きがこの範囲より小さい場合及び大きい場合に、それぞれ値1.0及び値0により信頼度のパラメータ $r_{angle}$ を設定する。

【0052】

交点信頼度計算部5は、次式により示すように、このようにして計算した2種類のパラメータ $r_{sdv}$ 、 $r_{angle}$ を乗算して、最終的にこの注目画素より角改善部4で求められる画素値について、信頼度を示す信頼度のパラメータ $r$ を計算する。

【0053】

【数15】

$$r = r_{sdv} \cdot r_{angle} \quad \dots\dots (15)$$

【0054】

なおこのようにして検出される信頼度のパラメータ $r$ により、次式により示すように、角改善部4で画素値の設定に供する画素がより近づくように、計算に供するベクトル $q$ を補正し、これにより(12)式について上述したと同様に誤った画素値の設定を防止するようにしてもよい。

【0055】

【数16】

$$q' = k \cdot r \cdot q \quad (k: \text{係数}) \quad \dots\dots (16)$$

【0056】

角領域検出部6は、入力画像データS1より角の部分を検出する。ここでエッジ勾配方向 $v1$ 及びエッジ方向 $v2$ についてそれぞれ画素値の勾配の分散を示す固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ について、この固有値 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の比率 $\lambda_2 / \lambda_1$ が大きい場合には、この注目画素においては、エッジ勾配方向 $v1$ の画素値の勾配が急峻であり、エッジである確率が高いと判断することができる。これによりこの場合、エッジ方向 $v2$ により検出される交点にあっては、角である確率が高いとすることができる。

【0057】

これにより角領域検出部6は、図11に示すように、この比率 $\lambda_2 / \lambda_1$ が一定の範囲 $\lambda_2 / \lambda_1 \min \sim \lambda_2 / \lambda_1 \max$ においては、比率 $\lambda_2 / \lambda_1$ の値が増大するに従ってほぼ直線的に値が増加し、比率 $\lambda_2 / \lambda_1$ の値がこの一定の範囲 $\lambda_2 / \lambda_1 \min$ 、 $\lambda_2 / \lambda_1 \max$ 以外の場合には、それぞれ最小値 $S \min$ 及び最大値1.0となるパラメータ $s$ を生成する。

【0058】

ブレンド比決定部7は、角改善部4による処理結果による画素値と、元の入力画像データS1の画素値とをブレンドするブレンド比を決定する。

【0059】

すなわちブレンド比決定部7は、交点信頼度計算部5で検出される信頼度のパラメータ $r$ から、図12に示すように、信頼度が高い程、値が大きくなるように、ブレンド比計算

10

20

30

40

50

用のパラメータ  $t$  を求める。ここで図 12 の例では、一定の範囲  $r_{min} \sim r_{max}$  では信頼度のパラメータ  $r$  の値に比例して値が増大し、この範囲  $r_{min} \sim r_{max}$  以外ではそれぞれ最小値及び最大値 1.0 となるようにパラメータ  $t$  を設定する。

【0060】

また次式により示すように、このようにして求めたパラメータ  $t$  と、角領域検出部 6 で求められるパラメータ  $s$  とを乗算してブレンド比  $\alpha$  を計算する。

【0061】

【数 17】

$$\alpha = s \times t \quad \dots\dots (17)$$

10

【0062】

ブレンド部 8 は、次式により示すように、このブレンド比決定部 7 で求めたブレンド比により角改善部 4 の処理結果  $S2$  による画素値と、元の入力画像データ  $S1$  の画素値とを重み付け加算し、これにより出力画像データ  $S3$  を生成して出力する。これによりブレンド部 8 は、ブレンド比決定部 7 により、エッジ方向  $v2$  に係る画素値の勾配の分散  $2$  とエッジ勾配方向  $v1$  に係る画素値の勾配の分散  $1$  との比率に応じて、交点信頼度計算部 5 で計算される信頼度を補正して重み付け係数  $\alpha$  を求め、この重み付け係数により、入力画像データ  $S1$  による画素値と角改善部 4 による画素値とを重み付け加算して出力画像データ  $S3$  を出力する。

20

【0063】

【数 18】

$$S3 = \alpha \times S2 + (1 - \alpha) \times S1 \quad \dots\dots (18)$$

【0064】

30

(2) 実施例の動作

以上の構成において、この画像処理装置 1 において (図 1)、入力画像データ  $S1$  は、勾配解析部 2 に入力され、ここで各画素毎に、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向  $v1$  と、このエッジ勾配方向  $v1$  と直交するエッジ方向  $v2$  とが順次検出される ((1) ~ (8) 式、図 3 及び図 4)。また入力画像データ  $S1$  は、交点検出部 3 において、出力画像データ  $S3$  の各画素毎に、エッジ方向  $v2$  の直線と、周辺画素のエッジ方向  $v2$  の直線とで交点が検出され (図 4、(9) ~ (11) 式)、これにより角の頂点が検出される。入力画像データ  $S1$  は、このようにして検出される交点に基づいて、画素値が補正され、これにより交点に向かって角が尖るように画素値が補正される。

【0065】

40

より具体的に、この画像処理装置 1 では、注目画素から対応する交点の方向とは逆方向であって、注目画素から交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値が、注目画素に設定され (図 6、(13) 式)、これにより入力画像データ  $S1$  による画素値が補正される。

【0066】

しかしながらこのようにして検出される交点にあっては、必ずしも正しく角の頂点を検出しているとは限らず、誤検出されている場合もある。

【0067】

これにより入力画像データ  $S1$  は、交点検出結果が交点信頼度計算部 5 に入力され、ここで注目画素による交点と周辺画素による交点との比較により、交点の信頼度が計算され

50



る。すなわちこれら注目画素と周辺画素とで交点のばらつきが大きい場合、信頼度が低いと判断することができ、これによりこれら交点の分散の大きさにより、ばらつきが大きい程、値が小さくなるように信頼度のパラメータ  $r_{sdv}$  が求められる（図7及び図8、（14）式）。

#### 【0068】

またこのような交点に近づくに従ってこのようなばらつきは小さくなることにより、注目画素より見た、注目画素における交点と周辺画素により検出される交点との分布の角度により、この角度が小さい程、値が小さくなるように信頼度のパラメータ  $r_{angle}$  が求められる（図9及び図10）。

#### 【0069】

またこれらパラメータ  $r_{sdv}$  及び  $r_{angle}$  の乗算により最終的に信頼度のパラメータ  $r$  が求められる（（15）式）。

#### 【0070】

またこのような交点の検出基準であるエッジ方向を誤検出している場合等もあることにより、角領域検出部6において、エッジ勾配方向  $v_1$  及びエッジ方向  $v_2$  における画素値の勾配の分散を示す固有値  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  について、この固有値  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  の比率  $\lambda_2 / \lambda_1$  により、角である確率が大きい程、値が大きくなるパラメータ  $t$  が計算され、ブレンド比決定部7において、信頼度のパラメータ  $r$  との乗算により、信頼度のパラメータ  $r$  がパラメータ  $t$  により補正されてブレンド比  $\alpha$  が計算される。

#### 【0071】

入力画像データ  $S_1$  は、角改善部4による処理結果  $S_2$  との間で、このブレンド比  $\alpha$  を用いて重み付け加算処理され、これにより角改善部による処理結果により画素値が補正される。これにより入力画像データ  $S_1$  は、エッジ方向を誤って検出した場合、角の頂点で無い箇所で交点を検出した場合等にあっても、これらの誤検出による誤った角改善部による処理を防止することができ、その分、違和感無く角を尖らせて、画質を向上することができる。

#### 【0072】

##### （3）実施例の効果

以上の構成によれば、画素値の勾配が最も大きなエッジ勾配方向に直交するエッジ方向を検出し、このエッジ方向の交点に基づいて画素値を補正することにより、丸まった角を尖らせることができる。

#### 【0073】

またこのとき角改善部において、注目画素から対応する交点の方向とは逆方向であって、注目画素から交点の距離だけ離れたサンプリング点の画素値を、注目画素に設定し、これにより入力画像データによる画素値を補正して角を尖らせることにより、簡易かつ確実に角を尖らせることができる。

#### 【0074】

また交点信頼度計算部5で計算した信頼度により、入力画像データによる画素値を角改善部による画素値により補正して出力画像データを出力するようにして、この交点信頼度計算部において、注目画素における交点と、周辺画素により検出される交点との比較により、注目画素で検出される交点の信頼度を計算することにより、簡易かつ確実に交点の信頼度を各画素毎に検出することができ、これにより簡易かつ確実に角を尖らせることができる。

#### 【0075】

また具体的に、注目画素における交点と、周辺画素で検出される交点とによる分散の大きさにより、注目画素で検出される交点の信頼度を計算することにより、簡易かつ確実に信頼度を計算することができる。

#### 【0076】

また注目画素より見た、注目画素における交点と周辺画素で検出される交点との分布の角度により、注目画素で検出される交点の信頼度を計算することにより、交点までの距離

10

20

30

40

50

を加味して信頼度を求めることができる。

【 0 0 7 7 】

またエッジ方向に係る画素値の勾配の分散とエッジ勾配方向に係る画素値の勾配の分散との比率に応じて、信頼度を補正して重み付け係数を求め、この重み付け係数により、入力画像データによる画素値と角改善部による画素値とを重み付け加算することにより、エッジ方向を誤って検出した場合、角の頂点で無い箇所で交点を検出した場合等にあっても、これらの誤検出による誤った角改善部による処理を防止することができ、その分、違和感無く角を尖らせて、画質を向上することができる。

【実施例 2】

【 0 0 7 8 】

10

この実施例に係る画像処理装置は、図 6 との対比により図 1 3 に示すように、角改善部において、注目画素の画素値を交点の画素値に設定することにより、角を尖らせる。なおこの実施例に係る画像処理装置は、この角改善部に係る構成、この角改善の処理に関連する構成が異なる点を除いて、実施例 1 について上述した画像処理装置 1 と同一に構成され、これにより以下の説明においては、適宜、図 1 を流用して説明する。

【 0 0 7 9 】

すなわち角改善部 4 は、この場合、対応する交点が入力画像データ S 1 のサンプリング点に一致しない場合があることにより、例えば次式により示すように重み付けして、交点に係る入力画像データ S 1 の周辺サンプリング点の画素値を設定する。なおこの ( 1 9 ) 式は、ガウシアン型の重み付けであるが、この画素値の設定は、単に距離を変数に設定した一定範囲における外挿処理により求める場合等、種々の手法を広く適用することができる。

20

【 0 0 8 0 】

【数 1 9】

$$f'(m,n) = \frac{\sum_i f_i(x,y) \cdot \text{Gauss}(m-x^i, n-y^i)}{\sum_i \text{Gauss}(m-x^i, n-y^i)} \quad \dots\dots (19)$$

30

【 0 0 8 1 】

またこれにより交点信頼度計算部 5、ブレンド比決定部 7 は、実施例 1 について上述した画像処理装置 1 における場合と同様の処理により、注目画素について信頼度 r、重み付け係数を計算し、この計算結果を角改善部 4 における処理に対応するように、交点側のサンプリング点に設定した画素値に係る信頼度、重み付け係数に置き換えて出力する。

【 0 0 8 2 】

またこのように注目画素の画素値を交点の画素値に設定する場合、1つの角に係る交点が複数の注目画素で検出され、これら複数の注目画素からこの1つの角に係るサンプリング点に複数の画素値が求められる場合があることにより、角改善部 4 は、このような場合、この1つの角について求められる複数の画素値を統計的に処理して、交点の画素値を設定する。なおこの統計的な処理にあっては、複数の画素値を平均値化する場合、さらには信頼度により重み付け加算する場合等、必要に応じて種々の処理を広く適用することができる。

40

【 0 0 8 3 】

また交点信頼度計算部 5、ブレンド比決定部 7 は、このような角改善部 4 における統計的な処理に対応する処理により、複数の注目画素より検出される信頼度、比率  $2 / 1$  を処理して、重み付け係数を計算する。

【 0 0 8 4 】

この実施例によれば、注目画素の画素値により交点に係るサンプリング点の画素値を設定して角を尖らせるようにしても、実施例 1 と同様の効果を得ることができる。またこの

50

場合、実施例 1 の場合に比して、より角を尖らせることができる。

【実施例 3】

【0085】

図 14 は、図 1 との対比により本発明の実施例 3 に係る画像処理装置を示す機能ブロック図である。この画像処理装置 11 において、実施例 1 について上述した画像処理装置 1 と同一の構成は、対応する符号を付して示し、重複した説明は省略する。この画像処理装置 11 においても、演算処理手段である例えばデジタルシグナルプロセッサにより形成される。

【0086】

ここでこの画像処理装置 11 は、解像度変換部 12 により入力画像データ S 1 の解像度を増大させて画像データ S 4 を生成し、入力画像データ S 1 に代えて、この画像データ S 4 を角改善部 4、ブレンド部 8 に入力する。ここで解像度変換部 12 は、エッジ勾配方向 v 1、エッジ方向に輪郭強調処理、平滑化処理して画像データ S 4 を出力する。

【0087】

すなわち図 15 は、この解像度変換部 12 を示す機能ブロック図であり、補間処理部 13 は、例えば線型補間処理、バイキュービック変換処理により、入力画像データ S 1 の解像度を、出力画像データ S 3 の解像度に変換して出力画像データ S 11 により出力する。これによりこの画像データ S 11 は、高周波成分が失われてシャープさの欠けたぼけた画像となる。

【0088】

エッジ方向処理部 14 は、勾配解析部 2 で検出される入力画像データ S 1 の注目画素に係るエッジ方向 v 2 に基づいて、解像度変換後の画像データ S 4 に係る各画素のエッジ方向 v c を計算し、このエッジ方向 v c に基づく内挿処理により出力画像データ S 3 の各画素に対応する画素値を順次計算する。

【0089】

すなわちエッジ方向処理部 14 は、図 16 に示すように、計算対象である画像データ S 4 の注目画素 P c に隣接してなる入力画像データ S 1 の各画素（この図 16 の例では P 3、P 4、P 9、P 10）について、次式の演算処理を実行することにより、入力画像データ S 1 に係るこれら隣接する画素のエッジ方向 v 2（v 3、v 4、v 9、v 10）を用いた内挿処理により注目画素 P c のエッジ方向 v c を計算する。

【0090】

【数 20】

$$v_c = (1 - t_y) \{ (1 - t_x) v_3 + t_x v_4 \} + t_y \{ (1 - t_x) v_9 + t_x v_{10} \} \quad \cdots \cdots (20)$$

【0091】

なおここで、 $t_x$ 、 $t_y$  は、それぞれ画像データ S 1 によるサンプリング点 P 3、P 4、P 9、P 10 を x 方向及び y 方向に内分する注目画素の座標値であり、 $0 \leq t_x \leq 1$ 、 $0 \leq t_y \leq 1$  である。

【0092】

さらにエッジ方向処理部 14 は、このようにして計算される注目画素 P c のエッジ方向 v c より、注目画素 P c のサンプリング点からエッジ方向 v c の直線上に、入力画像データ S 1 のサンプリングピッチによるサンプリング点 P - 2、P - 1、P 1、P 2 を所定個数だけ設定する。さらにこのサンプリング点 P - 2、P - 1、P 1、P 2 と注目画素 P c とについて、入力画像データ S 1 の画素値を用いた補間演算処理によりそれぞれ画素値を計算し、これにより勾配解析部 2 の検出結果に基づいて、出力画像データ S 3 の各画素毎に、エッジ方向 v c に延長する直線上に、入力画像データ S 1 の内挿処理によるエッジ方向の内挿画像データを生成する。これによりエッジ方向処理部 14 は、入力画像データ S 1 をエッジ方向に平滑化しながら解像度を変換する。

## 【 0 0 9 3 】

またこのとき後述するエッジ方向範囲の決定部 1 5 による計算結果に従って、このようにして設定するサンプリング点の数を切り換え、また続くフィルタリングの処理を切り換え、これにより注目画素のエッジ方向  $v_c$  に係るエッジの信頼度に応じてフィルタリング処理のタップ数を切り換える。具体的に、例えば続くフィルタリングの処理を 3 タップのフィルタリングにより実行する場合、注目画素  $P_c$  については、周辺画素  $P_3$ 、 $P_4$ 、 $P_9$ 、 $P_{10}$  を用いた線型補間により画素値を計算し、また同様にして前後のサンプリング点  $P_{-1}$ 、 $P_1$  については、それぞれ  $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_8$ 、 $P_9$  及び  $P_4$ 、 $P_5$ 、 $P_{10}$ 、 $P_{11}$  を用いた線型補間により画素値を計算する。これに対して例えば続くフィルタリングの処理を 5 タップのフィルタリングにより実行する場合、注目画素  $P_c$  については、周辺画素  $P_3$ 、 $P_4$ 、 $P_9$ 、 $P_{10}$  を用いた線型補間により画素値を計算し、また同様にしてサンプリング点  $P_{-2}$ 、 $P_{-1}$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  について、画素値を計算する。

10

## 【 0 0 9 4 】

続いてエッジ方向処理部 1 4 は、このようにして計算したサンプリング点  $P_{-2}$ 、 $P_{-1}$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  及び注目画素  $P_c$  の画素値をフィルタリング処理により平滑化処理し、注目画素  $P_c$  の画素値  $P'_c$  を決定する。すなわち 3 タップのフィルタリングによる場合には、例えば次式の演算処理により注目画素  $P_c$  の画素値  $P'_c$  を計算する。

## 【 0 0 9 5 】

## 【 数 2 1 】

$$P'_c = 0.25 \times P_{-1} + 0.5 \times P_c + 0.25 \times P_{+1} \quad \cdots \cdots (21)$$

20

## 【 0 0 9 6 】

これに対して 5 タップのフィルタリングによる場合には、例えば次式の演算処理により注目画素  $P_c$  の画素値  $P'_c$  を計算する。

## 【 0 0 9 7 】

## 【 数 2 2 】

$$P'_c = 0.0625 \times P_{-2} + 0.25 \times P_{-1} + 0.375 \times P_c \\ + 0.25 \times P_{+1} + 0.0625 \times P_{+2} \quad \cdots \cdots (22)$$

30

## 【 0 0 9 8 】

これらによりこの実施例においては、エッジ方向の内挿画像データの平滑化処理により、出力画像データ  $S_3$  の画素に対応する画素値を計算し、これにより高周波成分の喪失を有効に回避しつつ、エッジにおけるジャギーの発生を防止するようになされている。なおこれら内挿画像データの生成に供する補間演算処理にあっては、隣接する近傍画素の画素値を用いた線型補間に限らず、種々の周辺画素を用いた種々の補間演算処理方法を広く適用することができる。またこの内挿画像データを用いたフィルタリング処理に係る演算処理についても、(21)式、(22)式について上述した演算処理に限らず、種々の重み付け係数による補間演算処理を広く適用することができる。

40

## 【 0 0 9 9 】

ところでこのように画素毎にエッジ方向を検出して画像データ  $S_3$  に係る画素値を計算する場合、エッジでは無い箇所で輝度勾配と直交する方向に平滑化処理する恐れもある。このような場合に、大きな範囲である多くのタップ数によりフィルタリング処理したのでは、却って画質を劣化することになる。しかしながらこれとは逆に、エッジの部分では、大きな範囲でフィルタリング処理して、一段と確実にジャギーの発生を防止して滑らかな

50

エッジを形成することができる。

【 0 1 0 0 】

これによりこの実施例では、画素毎にフィルタリング処理するタップ数を切り換え、これにより画素毎にエッジ方向に平滑化処理する範囲を可変する。またこのような平滑化処理する範囲をエッジ方向  $v_c$  へのエッジの信頼度により可変し、これにより平滑化処理による画質劣化を防止する。

【 0 1 0 1 】

具体的に、この実施例では、エッジ方向  $v_2$  の固有値  $2$  と、エッジ勾配方向  $v_1$  の固有値  $1$  との比率  $2 / 1$  により、このようなエッジ方向  $v_c$  へのエッジの信頼度を検出する。すなわちこの比率  $2 / 1$  が小さい場合には、この注目画素においては、エッジ勾配方向  $v_1$  の画素値の勾配が支配的であり、エッジ方向  $v_2$  に強いエッジであると判断することができる。これによりエッジ方向処理範囲の決定部 15 は、図 17 に示すように、この比率  $2 / 1$  が一定の範囲  $2 / 1_{min} \sim 2 / 1_{max}$  においては、比率  $2 / 1$  の値が低下するに従ってほぼ直線的に値が増加し、比率  $2 / 1$  の値がこの一定の範囲  $2 / 1_{min} \sim 2 / 1_{max}$  以外の場合には、それぞれ最大値  $p_{max}$  及び最小値  $p_{min}$  となるパラメータ  $p$  を生成する。これによりエッジ方向へのエッジの信頼度に応じて値の変化するパラメータ  $p$  を生成する。

【 0 1 0 2 】

またエッジ勾配方向  $v_1$  の固有値  $1$  が大きい場合、エッジを挟んでコントラストが大きい場合であり、はっきりとしたエッジであると言える。これによりエッジ方向処理範囲の決定部 15 は、図 18 に示すように、所定の範囲  $1_{min} \sim 1_{max}$  で、固有値  $1$  に応じてほぼ直線的に値が増加し、これらの範囲  $1_{min} \sim 1_{max}$  より値の小さい側及び大きい側では、それぞれ下限値  $q_{min}$ 、上限値  $q_{max}$  となるパラメータ  $q$  を生成する。これによりエッジの立ち上がりに応じて値の変化するパラメータ  $q$  を生成する。

【 0 1 0 3 】

エッジ方向処理範囲の決定部 15 は、これら 2 つのパラメータ  $p$  及び  $q$  について、次式により表される乗算処理を実行し、これによりエッジ方向処理に係るフィルタリング処理の範囲  $r$  を計算する。

【 0 1 0 4 】

【数 2 3】

$$r = p \times q \quad \dots\dots (23)$$

【 0 1 0 5 】

なおエッジ方向処理範囲の決定部 15 においては、エッジ方向処理部 14 の処理に係る画像データ  $S_4$  のサンプリング点に対応するように、入力画像データ  $S_1$  のサンプリング点による固有値  $1$ 、 $2$  を画像データ  $S_4$  のサンプリング点に係る固有値に変換してフィルタリング処理の範囲  $r$  を計算する。この場合に、入力画像データ  $S_1$  のサンプリング点によりフィルタリング処理の範囲  $r$  を計算した後、この計算結果の内挿処理により画像データ  $S_3$  のサンプリング点に係るフィルタリング処理の範囲  $r$  を計算するようにしてもよく、またこれとは逆に、入力画像データ  $S_1$  のサンプリング点に係る固有値  $1$ 、 $2$  を内挿処理して画像データ  $S_4$  のサンプリング点に係る固有値  $1$ 、 $2$  を計算した後、この計算結果から画像データ  $S_4$  のサンプリング点に係るフィルタリング処理の範囲  $r$  を計算するようにしてもよい。

【 0 1 0 6 】

しかしてエッジ方向処理部 14 は、このようにして計算される範囲  $r$  によりフィルタリング処理のタップ数を切り換えて画像データ  $S_3$  に係る注目画素  $P_c$  の画素値  $P_c'$  を計算する。

【 0 1 0 7 】

このフィルタリングの処理において、エッジ方向処理部 14 は、フィルタリング結果の融合処理を実行することにより、実数値のタップ数によりフィルタリング処理を実行し、これにより整数値のタップ数によりフィルタリング処理した場合の、タップ数の切り換え時における不自然さを解消する。

【0108】

すなわちエッジ方向処理部 14 では、次式により示される整数値によるタップ数のフィルタが定義される。なおここでこの実施例において、この整数値のタップ数は、1、3、5、……による奇数値が適用される。

【0109】

【数24】

10

$$n_{integer}^{-1} = \text{floor}(n_{real})$$

$$n_{integer}^{+1} = \text{ceil}(n_{real}) \quad \dots\dots (24)$$

【0110】

ここで  $\text{floor}(n)$  は、 $n$  を越えない最大の整数のタップ数であり、 $\text{ceil}(n)$  は、 $n$  以上の最小の整数のタップ数である。また  $n_{real}$  は、(12) 式により計算された範囲  $r$  が適用される。これにより  $n = 3.5$  の場合、 $\text{floor}(n)$  はタップ数 3 であり、 $\text{ceil}(n)$  はタップ数 5 となる。

20

【0111】

フィルタリング結果の融合処理は、これら 2 種類のフィルタリング処理結果を用いて次式の演算処理を実行することにより、実数値によるフィルタリング処理結果  $f(n)$  を計算して実行される。これによりエッジ方向処理部 14 は、フィルタリング処理の範囲  $r$  によりこれら 2 種類のタップ数によるフィルタリング処理を実行し、さらにこれら 2 種類のフィルタリング処理結果を用いて (25) 式の演算処理を実行することにより、画像データ  $S_3$  に係る注目画素  $P_c$  の画素値  $P_c'$  を計算する。これによりエッジ方向処理部 14 は、エッジ方向へのエッジの信頼度に応じたタップ数によりフィルタリング処理して画像データ  $S_3$  に係る注目画素  $P_c$  の画素値  $P_c'$  を計算するようにして、このタップ数を少数点以下の単位で可変する。

30

【0112】

【数25】

$$f(n) = \alpha f(n_{integer}^{-1}) + (1 - \alpha) f(n_{integer}^{+1}) \quad \dots\dots (25)$$

$$\text{ここで } \alpha = (n_{integer}^{+1} - n_{real}) / 2$$

40

【0113】

エッジ勾配方向処理部 16 は、このようにしてエッジ方向処理部 14 で計算される画像データ  $S_4$  に係る注目画素  $P_c$  の画素値  $P_c'$  を用いて、エッジ勾配方向  $v_1$  に輪郭強調処理を実行する。すなわちエッジ勾配方向処理部 16 は、図 19 に示すように、エッジ方向処理部 14 において、画像データ  $S_4$  に係る注目画素  $P_c$  でエッジ方向  $v_c$  を計算したと同様にして、入力画像データ  $S_1$  に係る隣接するサンプリング点のエッジ勾配方向  $v_1$  より、画像データ  $S_4$  に係る注目画素  $P_c$  のエッジ勾配方向  $v_g$  を計算する。

50

## 【 0 1 1 4 】

さらにエッジ勾配方向処理部 1 6 は、このようにして計算される注目画素  $P_{cc}$  のエッジ勾配方向  $v_g$  より、注目画素  $P_{cc}$  のサンプリング点からエッジ勾配方向  $v_g$  の直線上に、画像データ  $S_4$  のサンプリングピッチによるサンプリング点  $P_{c-1}$ 、 $P_{c+1}$  を所定個数だけ設定する。さらにこのサンプリング点  $P_{c-1}$ 、 $P_{c+1}$  と注目画素  $P_{cc}$  について、エッジ方向処理部 1 4 から出力される画素値を用いた補間演算処理によりそれぞれ画素値を計算する。これによりエッジ方向処理部 1 4 は、勾配解析部 2 の検出結果に基づいて、画像データ  $S_4$  の各画素毎に、エッジ勾配方向  $v_g$  に延長する直線上に、エッジ方向処理部 1 4 から出力される画素値による画像データの内挿処理によるエッジ勾配方向の内挿画像データを生成する。

10

## 【 0 1 1 5 】

続いてエッジ方向処理部 1 4 は、このようにして計算したサンプリング点  $P_{c-1}$ 、 $P_{c+1}$  と注目画素  $P_{cc}$  の画素値をフィルタリング処理し、注目画素  $P_{cc}$  の画素値  $P_{cc'}$  を決定する。しかしてこの図 1 9 の例にあっては、3 タップにより注目画素  $P_{cc}$  の画素値  $P_{cc'}$  を計算する場合であり、サンプリング点  $P_{c-1}$  の画素値にあっては、周辺のサンプリング点  $P_{c1}$ 、 $P_{c2}$ 、 $P_{c4}$ 、 $P_{cc}$  による線型補間により生成され、またサンプリング点  $P_{c+1}$  の画素値にあっては、周辺のサンプリング点  $P_{cc}$ 、 $P_{c5}$ 、 $P_{c7}$ 、 $P_{c8}$  による線型補間により生成されるようになされている。これによりエッジ勾配方向処理部 1 6 は、エッジを横切る方向に輪郭強調するようになされている。なおこれら内挿画像データの生成に供する補間演算処理にあっては、このような隣接する近傍画素の画素値を用いた線型補間に限らず、種々の周辺画素を用いた補間演算処理方法を広く適用することができる。またこの内挿画像データを用いたフィルタリング処理に係る演算処理についても、種々の重み付け係数による補間演算処理を広く適用することができる。

20

## 【 0 1 1 6 】

ブレンド比決定部 1 7 は、エッジ方向  $v_c$  へのエッジの信頼度に応じてブレンド用の重み付け係数を生成する。すなわち上述したようにエッジ方向に平滑化処理し、エッジと直交する方向に輪郭強調する場合にあっては、自然画において、不自然に輪郭強調する場合がある。このためこの実施例においては、別途、補間処理部 1 3 で従来手法により生成した画像データ  $S_{11}$  に係る画素値  $P_a$  と、エッジ勾配方向処理部 1 6 で生成される画素値  $P_{cc'}$  とをブレンド処理部 1 8 により重み付け加算して画像データ  $S_4$  を生成し、ブレンド比決定部 1 7 は、この重み付け加算処理に係る重み付け係数を可変する。またこの重み付け係数の可変を、エッジ方向へのエッジの信頼度により可変し、これにより過度なエッジに係る処理の不自然さを防止する。またこのエッジ方向へのエッジの信頼度に、エッジ方向  $v_2$  の固有値  $2$  と、エッジ勾配方向  $v_1$  の固有値  $1$  との比率  $2/1$  を適用して処理する。

30

## 【 0 1 1 7 】

具体的に、この比率  $2/1$  が小さい場合には、この注目画素においては、エッジ勾配方向  $v_1$  の勾配が支配的であり、エッジ方向  $v_2$  に強いエッジであると判断することができる。これによりブレンド比決定部 1 7 は、図 2 0 に示すように、この比率  $2/1$  が一定の範囲  $2/1_{min} \sim 2/1_{max}$  においては、比率  $2/1$  の値が低下するに従ってほぼ直線的に値が増加し、比率  $2/1$  の値がこの一定の範囲  $2/1_{min} \sim 2/1_{max}$  以外の場合には、それぞれ最大値  $s_{max}$  及び最小値  $s_{min}$  となるパラメータ  $s$  を生成する。これによりエッジ方向へのエッジの信頼度に応じて値の変化するパラメータ  $s$  を生成する。

40

## 【 0 1 1 8 】

またエッジ勾配方向  $v_1$  の固有値  $1$  が大きい場合、エッジを挟んでコントラストが大きい場合であり、はっきりとしたエッジであると言える。これによりブレンド比決定部 1 7 は、図 2 1 に示すように、所定の範囲  $1_{min}$ 、 $1_{max}$  で、固有値  $1$  に応じてほぼ直線的に値が増加し、これらの範囲  $1_{min}$ 、 $1_{max}$  では、それぞれ下限値  $t_{min}$ 、上限値  $t_{max}$  となるパラメータ  $t$  を生成する。これによりエッジの立ち上がり

50

に応じて値の変化するパラメータ  $t$  を生成する。

【 0 1 1 9 】

ブレンド比決定部 1 7 は、次式により示すように、これらパラメータ  $s$ 、 $t$  を乗算して、ブレンド用の重み付け係数  $(0 \leq \beta \leq 1)$  を計算する。

【 0 1 2 0 】

【数 2 6】

$$\beta = s \times t \quad \dots\dots (26)$$

【 0 1 2 1 】

10

なおブレンド比決定部 1 7 は、画像データ  $S11$  に係るサンプリング点に対応するように、入力画像データ  $S1$  のサンプリング点による固有値  $1$ 、 $2$  を画像データ  $S11$  のサンプリング点に係る固有値に変換してブレンド用の重み付け係数  $\beta$  を計算する。

【 0 1 2 2 】

ブレンド処理部 1 8 は、次式の演算処理を実行することにより、エッジ勾配方向処理部 1 6 で計算される画素値  $P_{cc'}$  による画像データ  $S12$  と、補間処理部 1 3 で計算される画素値  $P_a$  による画像データ  $S11$  とをブレンド比決定部 1 7 による重み付け係数  $\beta$  により重み付け加算処理し、その処理結果を画像データ  $S4$  により出力する。

【 0 1 2 3 】

【数 2 7】

20

$$S4 = \beta \times S12 + (1 - \beta) \times S11 \quad \dots\dots (27)$$

【 0 1 2 4 】

これらにより解像度変換部 1 2 は、勾配解析部 2 で検出されるエッジ勾配方向  $v1$ 、エッジ方向  $v2$  に輪郭強調処理、平滑化処理しながら、入力画像データ  $S1$  の解像度を変換して画像データ  $S4$  を出力する。

【 0 1 2 5 】

またこれら解像度変換の処理に対応して、交点検出部 3 は、入力画像データ  $S1$  の各画素について求められる交点から、解像度変換後の画像データである出力画像データ  $S3$  の各画素毎の交点を計算し、この交点を角改善部 4、交点信頼度計算部 5 に通知する。なおこのような交点の計算においては、図 2 2 及び次式により示すように、近傍画素で検出される交点  $q_a$ 、 $q_b$ 、 $q_c$ 、 $q_d$  を用いた補間演算処理を適用することができる。

30

【 0 1 2 6 】

【数 2 8】

$$q = (1 - ty) \{ (1 - tx) q_a + tx q_b \} + ty \{ (1 - tx) q_c + tx q_d \}$$

$$(0 \leq tx, ty \leq 1) \quad \dots\dots (28)$$

40

【 0 1 2 7 】

また角領域検出部 6 においても、同様にして、入力画像データ  $S1$  の各画素について求められるパラメータ  $s$  を、出力画像データ  $S2$  の各画素に係るパラメータ  $s$  に変換して出力する。

【 0 1 2 8 】

以上の構成によれば、入力画像データ  $S1$  の解像度を出力画像データ  $S2$  の解像度に変換して角改善部により処理することにより、解像度の変換により角がまるくなるような場

50



合であっても、解像度変換前の入力画像データにより求められるエッジ方向により角を尖らせることができ、これにより一段と画質を向上することができる。

【実施例 4】

【0129】

ところで上述したようにエッジ方向、エッジ勾配方向を検出して角を尖らせる場合、エッジ方向、エッジ勾配方向の検出に供する特性によっては、エッジを検出できない場合もあり、これにより例えば特定のパターンで角を尖らせることが困難になることが判った。

【0130】

このため図 23 に示すように、この実施例に係る画像処理装置 21 は、複数の画像処理部 21A ~ 21E によりそれぞれエッジ方向を検出して角を尖らせ、その処理結果を統合部 22 により合成して出力画像データ S3 を出力する。

10

【0131】

ここで画像処理部 21A ~ 21E は、それぞれ図 14 について上述した画像処理装置の構成が適用される。これにより各画像処理部 21A は、勾配解析部 2 でエッジ勾配方向  $v_1$ 、エッジ方向  $v_2$ 、固有値  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  を検出して続く交点検出部 3 により交点を検出すると共に、解像度変換部 12 により入力画像データ S1 の解像度を出力画像データ S3 の解像度に変換し、この解像度変換部 12 の出力データについて、角改善部 4 により角を尖らせ、一連の処理結果による画像データ  $f_1 \sim f_n$  を出力する。

【0132】

これら画像処理部 21A ~ 21E は、勾配解析部 2 で  $x$  方向及び  $y$  方向の偏微分  $g_x$  及び  $g_y$  を計算する際の微分演算子の設定により、このような一連の処理基準であるエッジ勾配方向、エッジ方向の検出に供する特性が異なるように設定される。

20

【0133】

具体的に、これら画像処理部 21A ~ 21E は、(29) ~ (33) 式により表される微分演算子により、これら  $x$  方向及び  $y$  方向の偏微分  $g_x$  及び  $g_y$  をそれぞれ計算する。これによりこの画像処理装置 21 では、これら複数の画像処理部 21A ~ 21E における微分演算子の位相特性を異ならせて、エッジ方向、エッジ勾配方向の検出に供する特性が異なるように設定され、1 つ又は複数の画像処理部でエッジ方向、エッジ勾配方向を正しく検出できない場合、誤り検出した場合等であっても、何れか 1 つの画像処理部では、これらを正しく検出できるようになされている。なおこのような微分演算子にあっては、位相特性に代えて、又は位相特性に加えて、周波数特性を異ならせるようにしてもよい。

30

【0134】

【数 29】

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (29)$$

【0135】

40

【数 30】

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (30)$$

【0136】

【数 3 1】

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (31)$$

【0 1 3 7】

【数 3 2】

10

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (32)$$

【0 1 3 8】

【数 3 3】

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots (33) \quad 20$$

【0 1 3 9】

またこのような微分演算子による異なる特性の設定に代えて、エッジ勾配方向、エッジ方向に供する範囲を異ならせて、エッジ勾配方向、エッジ方向の検出に供する特性を異ならせるようにしてもよい。またこの場合、勾配行列の生成に供するサンプル数自体を異ならせてこのような範囲を異ならせるようにしてもよく、またダウンサンプリングにより範囲を異ならせるようにしてもよい。

【0 1 4 0】

30

統合部 2 2 は、次式の演算処理により、これら画像処理部 2 1 A ~ 2 1 E による処理結果を平均値化して出力画像データ S 3 を出力する。なおここでこの画像処理部 2 1 A ~ 2 1 E による処理結果の合成にあっては、各特性によるエッジ検出結果等の信頼性により重み付け加算するようにしてもよい。

【0 1 4 1】

【数 3 4】

$$f = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i \quad \dots\dots (34)$$

40

【0 1 4 2】

この実施例によれば、エッジ方向の検出に供する特性の異なる複数の画像処理部により、それぞれエッジ方向を検出して角を尖らせることにより、違和感無く角を尖らせて、画質を向上するようにして、特定パターンにおける誤った処理を防止することができ、これにより一段と画質を向上することができる。

【実施例 5】

【0 1 4 3】

なお上述の実施例 3 においては、解像度変換部 1 2 において、エッジ勾配方向及びエッ

50

ジ方向にそれぞれ輪郭強調処理、平滑化処理して解像度を変換する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、解像度の変換にあつては線型補間処理、バイキュービック変換処理等、種々の手法を広く適用することができる。

#### 【 0 1 4 4 】

また上述の実施例においては、交点の標準偏差と分布の角度とにより各注目画素による交点の信頼度を計算する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、実用上十分な特性を確保することができる場合、これらの何れかにより信頼度を計算するようにしてもよい。

#### 【 0 1 4 5 】

また上述の実施例においては、演算処理手段により所定のプログラムを実行して画像データを処理する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ハードウェアの構成により画像データを処理する場合にも広く適用することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【 0 1 4 6 】

本発明は、例えば解像度の変換に適用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 1 4 7 】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る画像処理装置を示す機能ブロック図である。

【図 2】画素勾配の行列の生成に供する略線図である。

【図 3】エッジ勾配方向及びエッジ方向の説明に供する略線図である。

【図 4】交点検出の説明に供する略線図である。

【図 5】交点検出に係るパラメータを示す特性曲線図である。

【図 6】画素値の置き換えの説明に供する略線図である。

【図 7】交点のばらつきの説明に供する略線図である。

【図 8】標準偏差により信頼度を示す特性曲線図である。

【図 9】分布の角度による信頼度の説明に供する略線図である。

【図 10】分布の角度による信頼度を示す特性曲線図である。

【図 11】固有値 1 及び 2 によるパラメータを示す特性曲線図である。

【図 12】信頼度によるブレンド比を示す特性曲線図である。

【図 13】本発明の実施例 2 に係る画像処理装置における画素値の置き換えの説明に供する略線図である。

【図 14】本発明の実施例 3 に係る画像処理装置を示す機能ブロック図である。

【図 15】図 14 の画像処理装置における解像度変換部を示す機能ブロック図である。

【図 16】エッジ方向処理部の動作の説明に供する略線図である。

【図 17】平滑化処理範囲の設定に供するパラメータを示す特性曲線図である。

【図 18】平滑化処理範囲の設定に供する他のパラメータを示す特性曲線図である。

【図 19】エッジ勾配方向処理部の動作の説明に供する略線図である。

【図 20】ブレンド処理部の設定に供するパラメータを示す特性曲線図である。

【図 21】ブレンド処理部の設定に供する他のパラメータを示す特性曲線図である。

【図 22】交点に係る補間処理の説明に供する略線図である。

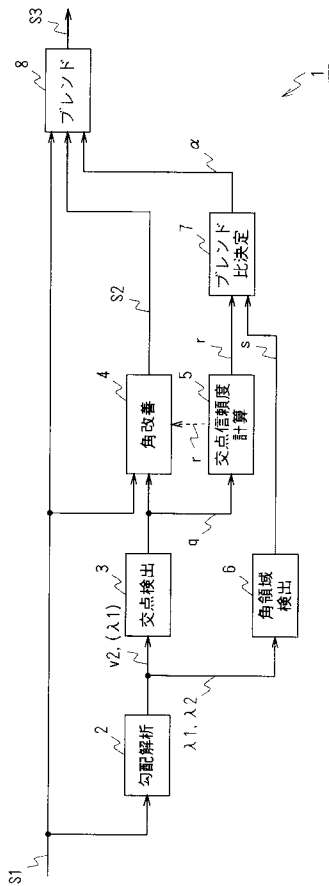
【図 23】本発明の実施例 4 に係る画像処理装置を示す機能ブロック図である。

#### 【符号の説明】

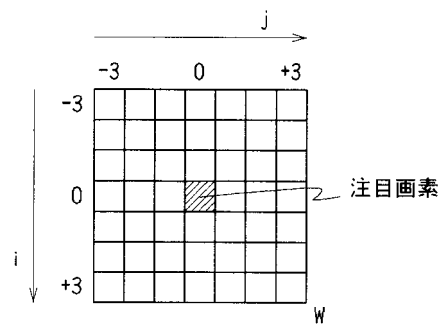
#### 【 0 1 4 8 】

1、11、21 …… 画像処理装置、2 …… 勾配解析部、3 …… 交点検出部、4 …… 角改善部、5 …… 交点信頼度計算部、6 …… 角領域検出部、7 …… ブレンド比決定部、8 …… ブレンド部、12 …… 解像度変換部、21A ~ 21E …… 画像処理部、22 …… 統合部

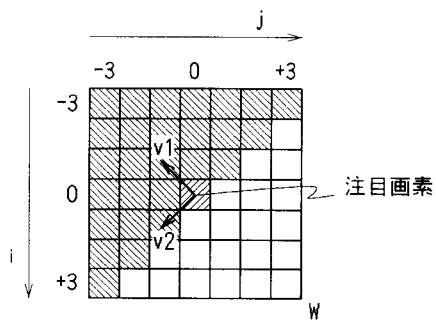
【図 1】



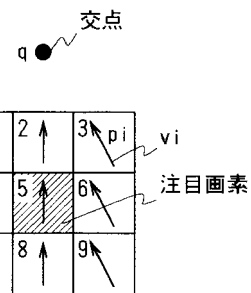
【図 2】



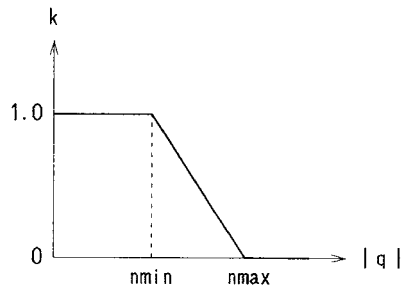
【図 3】



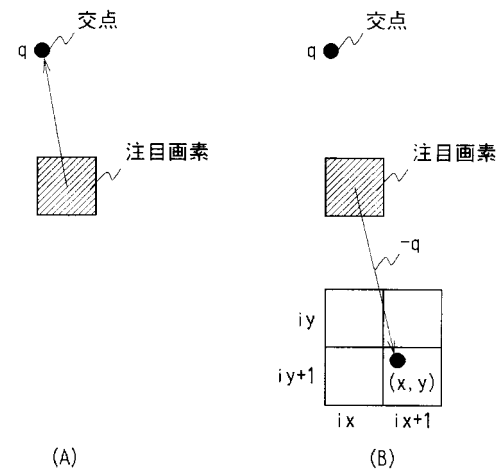
【図 4】



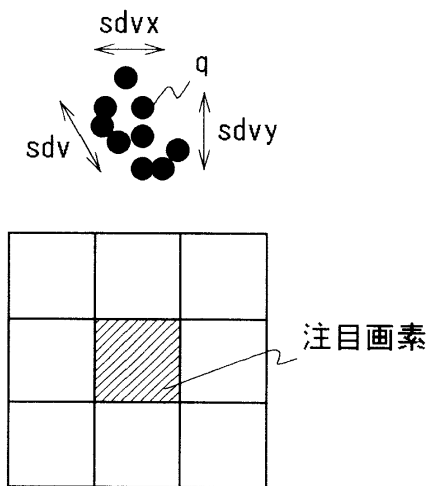
【図 5】



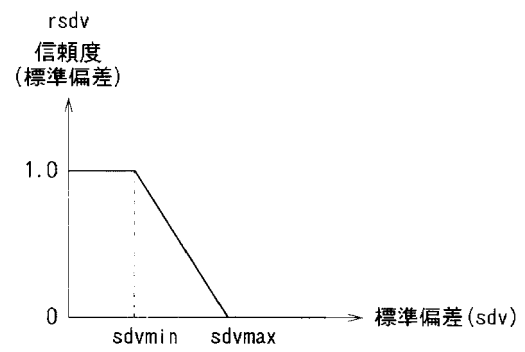
【図 6】



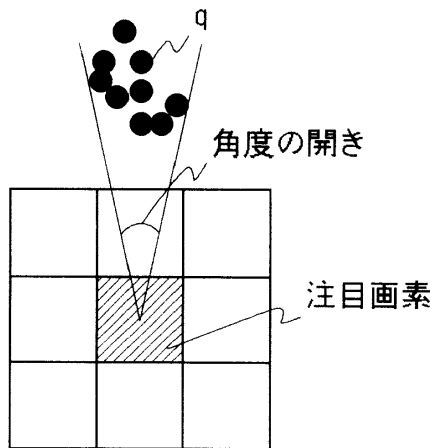
【図 7】



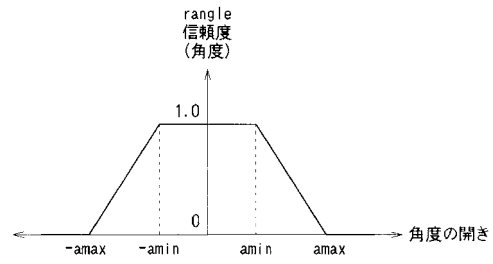
【図 8】



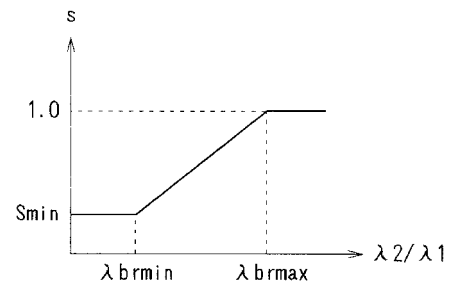
【図 9】



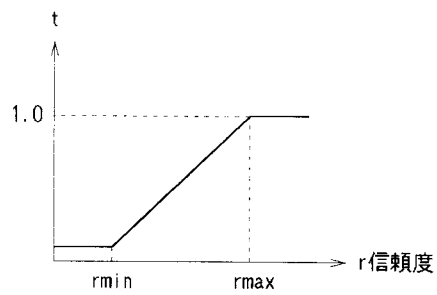
【図 10】



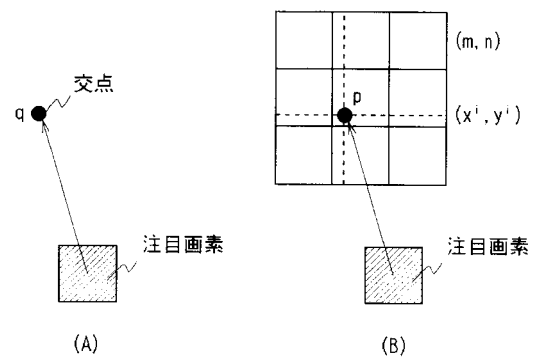
【図 11】



【図 12】

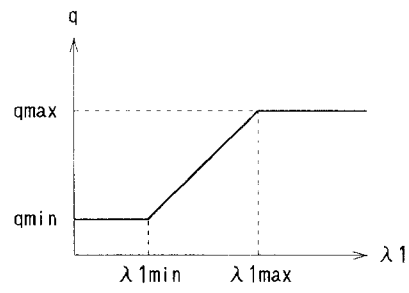


【図 13】

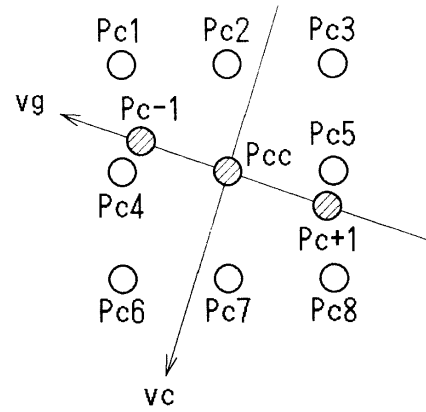




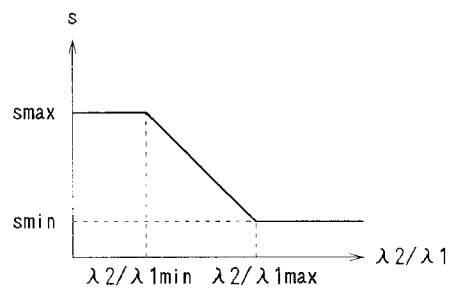
【図 18】



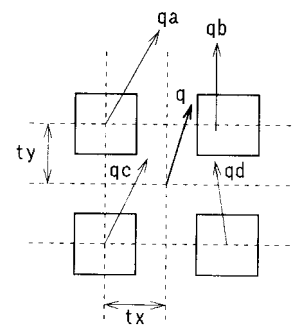
【図 19】



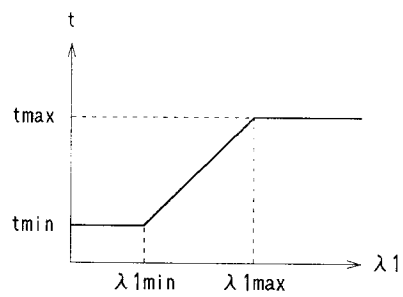
【図 20】



【図 22】

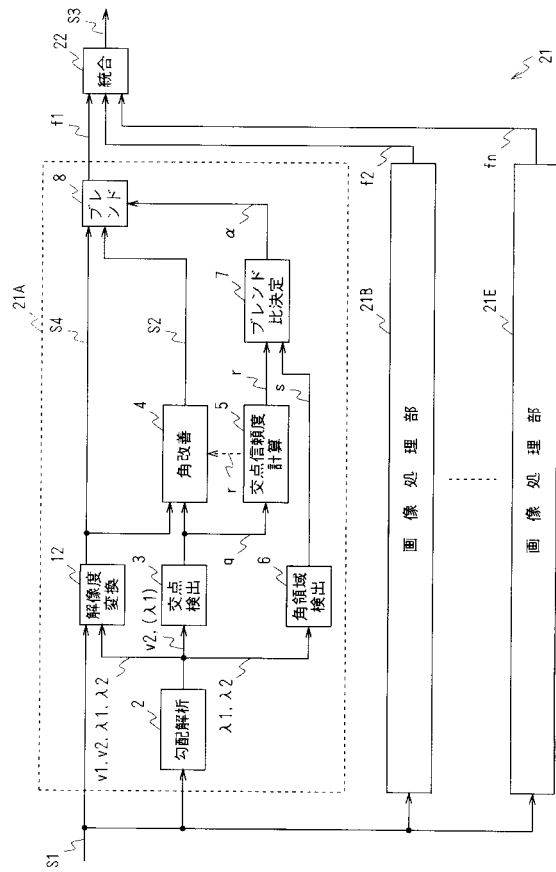


【図 21】





【図 23】



---

フロントページの続き

審査官 大室 秀明

(56)参考文献 特開平05 - 028260 (JP, A)  
特開平05 - 181964 (JP, A)  
特開2004 - 153668 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06T 3 / 40  
G06T 7 / 60